

Erdbauwerke für Autoteststrecken in China

Dipl.-Ing. (FH) André Koletzko
BAUGRUND DRESDEN Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden, Deutschland

Dipl.-Ing. Christoph Heiter
OBERMEYER Planen+Beraten GmbH

Dr.-Ing. Lutz Vogt
BAUGRUND DRESDEN Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden, Deutschland

Zusammenfassung

China ist derzeit ein sich rasant entwickelnder Absatzmarkt für Autos. Ausländische und einheimische Hersteller erweitern und modernisieren ihre Produktionsstätten im Land. Daraus entsteht eine Erfordernis zum Bau von Autoteststrecken, für die durch die jeweiligen Autohersteller konkrete Aufgabenstellungen vorgegeben werden. Dazu gehören z. B. die Länge der einzelnen Fahrbahnen, die maximale Geschwindigkeit sowie die Durchführung von Dauer- und Sonderfahrversuchen.

In diesem Beitrag wird aus verschiedenen Beispielen über fertige und sich noch in der Planung bzw. Bauausführung befindliche Autoteststrecken in China berichtet. Das Spektrum reicht von extrem trockenen, salzhaltigen Böden im Turpanbecken über hügeliges Kulturland in Zentralchina bis zu den mächtigen Schwemmlagerungen an der chinesischen Westküste. Es stehen dabei die Gründungsmaßnahmen (z. B. zur Setzungsbeschleunigung), die Erdbauanforderungen (Verdichtung und Qualitätskontrolle) und interessante Aspekte der Bauausführung im Vordergrund.

1. Einleitung

Seit Anfang der 90er Jahre – mit der zunehmenden Verkehrsdichte in Deutschland und Europa – werden wesentliche Anteile und Prozesse der Fahrzeugentwicklung neben den Fahrten im öffentlichen Straßenverkehr in sogenannten „Test- bzw. Prüfgeländen“ absolviert. Dieser Trend – im Wesentlichen um reproduzierbare, vergleichbare Messungen bei festgelegten Fahrzyklen zu bekommen – setzt sich gegen Ende der 90er Jahre auch in China fort, so dass erste Ideen für neue Prüfgelände u.a. über Volkswagen in das Land mit dem explodierenden Verkehr und unvorstellbaren Absatzmöglichkeiten kommen.

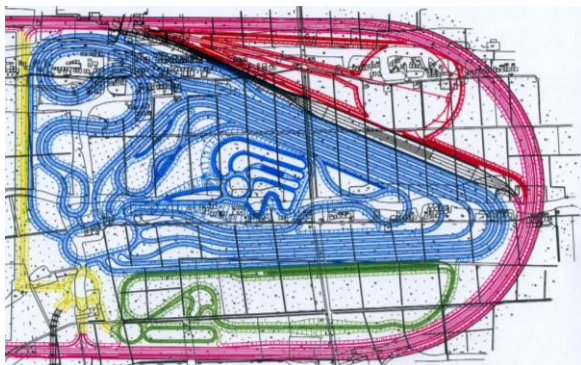


Bild 1: Planung des Testgeländes Shanghai Volkswagen - Ausschnitt

Das entsprechende Know-how wird von den Entwicklern vor Ort begeistert aufgenommen und so gelangen die Konzerne über die Planung und den Grunderwerb zur Realisierung.



Bild 2: Luftbildaufnahme Testgelände Shanghai Volkswagen während der Bauphase

Da auch im „Reich der Mitte“ Grundstücke nicht unbegrenzt und geeignete Gelände vor allem nicht da zur Verfügung stehen, wo sie die Nutzer benötigen, entsteht bei der Standortauswahl in der Regel ein Kompromiss zwischen verfügbarem, aber in der Regel nicht ohne Sondermaßnahmen bebaubarer Grund zu einem noch bezahlbaren Preis in Nutzer und Produktionsnähe und weit abgelegenen, weitaus preiswerteren Grundstücken ohne direkte Anbindung an die Konzerne.

An den verschiedenen Autoteststrecken werden u.a. eine Schnellbahn mit Steilkurven, Steigungsstrecken in Form eines Steigungshügels, eine große Fahrdynamikfläche, unterschiedlichste Strecken mit verschiedenen

Fahrbahnoberflächen bis hin zu einem Geländekurs sowie Hochbauten entworfen. Die besonderen Wünsche der Bauherren an die einzelnen Teststrecken müssen planerisch umgesetzt werden. Es besteht u.a. die Forderung, bei Schnellbahnen eine hohe fliehkraftfreie Geschwindigkeit zu ermöglichen. Dazu kommen umfangreiche technische Ausstattungen, wie z.B. Streckenbewässerungen und Messeinrichtungen. Die einzelnen Elemente des Autotestgeländes müssen an das vorhandene Grundstück angepasst werden. So sind ein Zufahrtsbauwerk wie auch eine ausreichende Gelände- und Streckenentwässerung zu planen.



Bild 3: Aufnahme der fertiggestellten Teststrecken Shanghai Volkswagen - Ausschnitt

Für die Erdbauwerke sind die Gründung und der Aufbau sorgfältig zu untersuchen, um die oftmals strengen Anforderungen an die Streckenebenenheiten und somit an zulässige Setzungen im Rahmen der zur Verfügung stehenden Bauzeit erfüllen zu können. Dazu kommt die Aufstellung eines Massenkonzepts. Die Entwurfsplanung baut in den meisten Fällen auf einer chinesischen Baugrunderkundung auf. Auf dieser Grundlage sind die Böschungsgeometrie, die Gründungsmaßnahmen, das Schüttregime und die erdbautechnischen Anforderungen festzulegen, um die Entwurfsplanung und die Ausschreibung der Bauleistungen qualitätsgerecht erstellen zu können.

Die Bilder 1 bis 3 zeigen beispielhaft die Planung, den Bau und eine Luftaufnahme des bereits fertiggestellten Testgeländes Shanghai Volkswagen.

2. Anforderungen an die Planung und Bauausführung

Die Planungs- und Bauabläufe in China sind mit dem uns bekannten Planungsgeschehen bei Gesamtplanungsaufgaben vergleichbar. Bei Prüfgeländeplanungen kommen zwei wesentliche die Art und Qualität der Ausführung bestimmenden Faktoren hinzu:

- Erarbeitung eines Lastenheftes mit Definition jeder Strecke, aller Umfänge und nutzungstechnischen Zusammenhänge

- Erstellung einer ausführlichen Baubeschreibung mit detaillierter Beschreibung der Bauprozesse und exakter Definition der (in der Regel) verschärften Abnahmekriterien durch Angaben zu relevanten Kennzahlen wie z.B. für Ebenheit, Dauerhaftigkeit, fahrdynamische Anforderungen (fliehkraftfreie Steilkurven), Oberflächenbeschaffenheit, Anforderungen an Ausrüstung der Strecken, Neigungen (Steigungshügel)

3. Geotechnische Aspekte bei der Planung

Die Baugrunderkundungen werden in der Regel durch einheimische Baugrundgutachter durchgeführt. Bild 4 zeigt beispielhaft einen Lageplan mit eingetragenen Baugrundaufschlüssen. Das Erkundungskonzept dafür wird entweder direkt vom deutschen geotechnischen Berater erstellt oder nach der Erstellung durch den einheimischen Baugrundgutachter dahingehend überprüft, ob neben der Aufschlussdichte auch die Aufschluss Tiefe, die Art der Aufschlüsse sowie die Labor- und Feldversuche geeignet sind, um alle erforderlichen Baugrundinformationen zu erlangen.



Bild 4: Beispiel eines Baugrundaufschlussplanes

In vielen Ländern endet die Leistung des einheimischen Baugrundgutachters mit einem Erkundungsbericht. Darin sind die Ergebnisse der geologischen Recherche, die Ableitung der Baugrundsichtung sowie der Grundwasserverhältnisse auf der Grundlage der Baugrundaufschlüsse und die Ergebnisse der Labor- und Feldversuche dargestellt. Den einzelnen Baugrundsichten werden Bodenkennwerte wie Scherfestigkeit oder Verformungsmoduln zugeordnet. Nur in Ausnahmefällen gibt es Gründungsempfehlungen.

Die Funktion eines „Mittlers zum Planer“ wird vom deutschen geotechnischen Berater übernommen. Durch diesen wird eine Art geotechnischer Entwurfsbericht erstellt, der neben einer Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse des einheimischen Erkundungsberichts:

- eine Bewertung der Bebaubarkeit,

- bei Erfordernis die Zusammenfassung der oftmals sehr kleinteilig unterteilten Baugrundsichten mit ähnlichen bautechnischen Eigenschaften,
- die Ableitung fehlender Kenngrößen für die geotechnischen Berechnungen,
- die Durchführung geotechnischer Berechnungen zur Dimensionierung der Gründung für die Erd- und Ingenieurbauwerke und
- geotechnische Empfehlungen zur Entwurfsplanung enthält.

Im Rahmen der Entwurfsplanung sind die Gründungen für die Erd- und Ingenieurbauwerke so zu dimensionieren, dass sowohl die Standsicherheit als auch die Gebrauchstauglichkeit erfüllt ist.

Bild 5 zeigt beispielhaft eine Standsicherheitsberechnung für eine Steilkurve bei dem Projekt BBAC Peking.

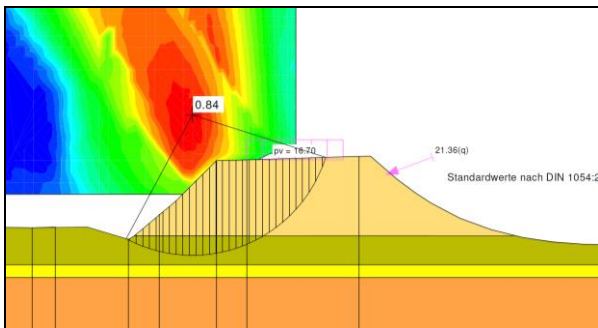


Bild 5: Böschungsstandsicherheitsberechnung einer Steilkurve

Da die Bauzeit in vielen Fällen sehr kurz geplant ist, kommt der Setzungsbeurteilung vor allem für die hohen Erdbauwerke beider Steilkurven und dem Steigungshügel (siehe Bild 6) eine besondere Bedeutung zu.

Die hohen Verformungsanforderungen an die Steilkurven und Fahrdynamikflächen erfordern vor dem Hintergrund der kurzen Bauzeit eine detaillierte Betrachtung zu den Zeit-Setzungen. Für deren Berechnung gibt es jedoch in vielen Ländern nur wenige oder keine Vorgaben, sodass auch die dafür erforderlichen Berechnungskennwerte wie der Konsolidationsbeiwert durch den einheimischen Baugrundgutachter in den meisten Fällen nicht angegeben werden. Im Rahmen des geotechnischen Entwurfsberichts werden deshalb durch den deutschen geotechnischen Berater über die Durchlässigkeit der Baugrundsichten Abschätzungen der zu erwartenden Zeit-Setzungen durchgeführt, wobei neben mittleren Kennwerten auch die Randbereiche des Kennwerteschwankungsbereichs untersucht werden. Auf diesem Wege werden wahrscheinliche (mit den mittleren Kennwerten) und mögliche (mit den Extremwerten der Kennwerte) Setzungen und Konsolidationszeiten ermittelt. Ein Beispielergebnis für eine Setzungsbeurteilung zeigt Bild 7. In Abstimmung mit dem Planer und unter Berücksichtigung der technologischen

Randbedingungen werden dann Maßnahmen zur Gründungsertüchtigung geplant. Dies können zum Beispiel folgende Maßnahmen sein:

- Bodenaustausch,
- bauzeitliche Überschüttung,
- Vertikaldrains,
- säulenartige Baugrundverbesserung,
- Pfahlgründungen.

Beispielhaft für die vorgenannte Problematik ist das Porsche Driving Experience Centre, eine Teststrecke in unmittelbarer Nachbarschaft zur Formel-1-Rennstrecke in Shanghai (China) zu nennen. Die hier fast ausschließlich vorherrschenden Schwemmböden weisen eine geringe Wasserdurchlässigkeit auf, so dass für die Erdbauwerke Maßnahmen zur Beschleunigung und Kompensation bzgl. der zu erwartenden großen Setzungen erforderlich wurden.

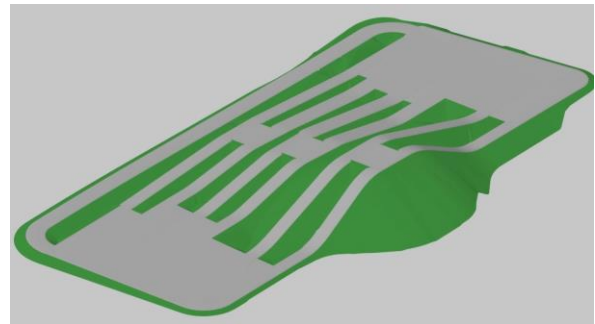


Bild 6: Darstellung einer Teststrecke mit Steigungshügel

Für den Bau des 12 m hohen Off-Road-Hügels musste zur Verkürzung der Setzungszeiten das Auspressen des Grundwassers beschleunigt werden. Hierfür wurde nach dem Abschieben des Mutterbodens zunächst eine Basisschüttung aus bindemittelverbessertem Boden mit einer Höhe von 1 m erstellt, die mit 5 % nach außen geneigt war. Von dieser Basisschüttung aus wurden im Raster von 3 x 3 m vertikale Dräns eingebracht. Zur seitlichen Wasserableitung wurde die Basisschüttung mit einer Dränschicht (d=0,30m) aus Kiessand abgedeckt. Die flachen Dammabschnitte wurden zur Verbesserung des setzungsempfindlichen, inhomogenen Untergrundes und zur Vorwegnahme der Verkehrssetzungen durch eine 0,9 m über die Straßenoberfläche reichende Überschüttung vorbelastet. Die Oberfläche wurde als Dachprofil hergestellt, damit Regenwasser ungehindert abfließen kann.

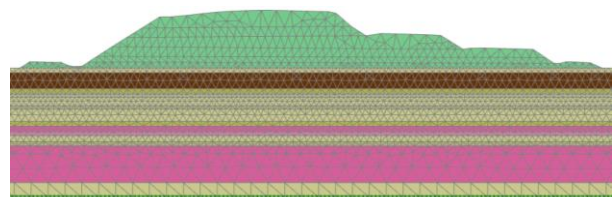


Bild 7: vernetztes FE-Modell eines max. 22 m hohen Steigungshügels für Setzungsbeurteilungen

Zusätzlich zum geotechnischen Entwurfsbericht werden für die Entwurfsplanung Empfehlungen für den Erdbau benötigt. Ausgehend von deutschen Erfahrungen und Regelwerken werden Qualitätsanforderungen an die Schüttmaterialien und die Verdichtung erarbeitet. Es erfolgt ein Abgleich mit den einheimischen Vorgaben für den Erdbau. Für den Fall, dass sich keine eindeutigen Beziehungen zwischen den deutschen und den einheimischen Qualitätsanforderungen herstellen lassen, sind Probefelder zur Festlegung einer Korrelation sinnvoll. Überhaupt werden durch den deutschen geotechnischen Berater und den Planer in der Regel Probefelder für die Festlegung der Erdbautechnologie empfohlen, da allgemeingültige Festlegungen zur Qualitätsüberwachung im Erdbau, wie sie in Deutschland z.B. durch die ZTVE-Stb vorhanden sind, nicht bekannt sind. Mit den Probefeldern kann zudem noch die Erdbautechnologie (Schüttmaterial, Geräteeinsatz, Schüttstärken, Bindemittelsatz) optimiert werden.

Aufgabe des Planers ist das Aufstellen eines Massenkonzpts. Dazu ist es zum einen erforderlich, die Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials zu bewerten und zum anderen müssen die verfügbaren Liefermaterialien bekannt sein. Im Folgenden sind einige Beispiele für besondere Fragestellungen im Zusammenhang mit verfügbaren Schüttmaterialien aufgezählt:

- grobstückiger Felsausbruch
- bindiges, wasserempfindliches Aushubmaterial
- Aushubmaterial mit geringer Scherfestigkeit
- salzhaltiges Aushubmaterial
- enggestufte Sande und Kiese aus Flussablagerungen.

Für solche Fragestellungen werden durch den deutschen geotechnischen Berater Lösungsvorschläge erarbeitet. Diese zielen vor allem darauf ab, die Verdichtbarkeit und dauerhafte Raumbeständigkeit / Tragfähigkeit der Schüttmaterialien zu gewährleisten. Folgende Maßnahmen sind gebräuchlich:

- Einstellung einer stetigen Kornverteilung z.B. durch das Zumischen ggf. fehlender Kornfraktionen
- Zumischen von Bindemitteln zum Erreichen des für die Verdichtung optimalen Wassergehalts des Schüttmaterials oder zur Erhöhung der Scherfestigkeit
- Zertrümmerung sehr grober Kornfraktionen
- Beschränkung der Schüttlagendicke, damit eine gleichmäßige Verdichtung der gesamten Schüttlage gesichert ist.

Ein Beispiel für regionale Besonderheiten ist das Turpanbecken im Nordwesten von China, wo eine Heißlandstrecke geplant ist, da hier extreme klimatische Bedingungen herrschen. Die Teststrecke soll auf einem ausgetrockneten Salzsee entstehen (siehe Bild 8), der extremen Temperaturunterschieden, starken Winden mit Materialtransport und seltenen Überflutungen nach

Starkregeneignissen im benachbarten Bergland ausgesetzt ist.

Die die Oberfläche des anstehenden Bodens bildende Salzkruste bzw. der durch den Salzabbau aufgelockerte Boden ist nicht für die Gründung der Teststrecke geeignet. In einem ersten Ansatz war durch den einheimischen Baugrundgutachter vorgeschlagen worden, die Salzkruste und den darunter anstehenden salzhaltigen Boden bis mindestens 1,5 m auszubauen.

Es wird jedoch durch den deutschen geotechnischen Berater eingeschätzt, dass bei der Bodenaustauschtiefe Optimierungspotential vorhanden ist, wenn ein frostsicherer Fahrbahnaufbau gewährleistet ist und Oberflächenwasser vom Untergrund ferngehalten wird.



Bild 8: Baufeld im Turpanbecken mit oberflächiger Salzkruste

Es werden folgende Empfehlungen für die Tiefe des Bodenaustausches gemacht:

- Bereichsweise vorhandene Salzkruste mit einer Mächtigkeit > 50 cm sollen vollständig abgetragen werden.
- Bereichsweise vorhandene, locker verfüllte Salzgruben sollen vollständig ausgehoben werden.
- Im übrigen Gebiet sollen 50 cm Bodenaustausch vorgenommen werden.

Zum Schutz des natürlichen Untergrunds soll gut verdichtetes, gering durchlässiges Bodenaustauschmaterial ($k_f \leq 10^{-6}$ m/s) verwendet werden. Der Bodenaustausch hat mit der Unterkante bis an die Druckausbreitungslinie des Banketts zu reichen und nach außen hin unter ca. 45° verzogen zu werden. Die Aushubsohle ist mit schwerem Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

Das Dammschüttmaterial hat aus gut verdichtbarem Schüttmaterial zu bestehen. Der Verdichtungsgrad soll mindestens 98 % D_{Pr} betragen. Um die Dammlanken vor Erosion infolge Oberflächenwasser aus Überflutung oder Starkwinden zu schützen, sollen entsprechende Maßnahmen vorgesehen werden (z. B. durch eine Oberflächenbefestigung bei steilen Böschungen oder geeigneten Bewuchs bei flachen Böschungen). Unter dem Oberbau der Schnellbahn ist eine gut durchlässige

Kiestragschicht ($k_f \geq 5 \cdot 10^{-5}$ m/s) angeordnet. Diese Teststrecke befindet sich noch in der Planung.

4. Erfahrungen bei der Bauausführung der Erdbauwerke

Bei der Bauausführung der Erdbauwerke treten eine Vielzahl von geotechnischen Fragestellungen auf, die oftmals vergleichbar zu denen in Deutschland sind. So sind beispielsweise Abstimmungen zu Art und Weise von bauzeitlichen Wasserhaltungen und Entwässerungen oder zu sonstigen Bauhilfsmaßnahmen, wie die Herstellung von Baugruben notwendig. Auch sind oftmals die Anwendung von vom Bauunternehmen vorgeschlagenen Liefermaterialien und die Vorgehensweise bei der Prüfung der Eignung dieser Materialien abzustimmen.

Die Herstellung der Erdbauwerke für die Autoteststrecken erfolgt in China oftmals mit vergleichbarer Maschinenteknik und auch vergleichbaren Einbautechnologien. Unterschiede zur Regellösung in Deutschland bei größeren Bauprojekten werden zum Beispiel bei der Herstellung und dem Einbau von Boden-Bindemittelgemischen festgestellt. Während hier zu Lande unter Berücksichtigung der jeweiligen Ausgangsstoffe mit spezieller Streu- und Frästechnik ein weitgehend homogenes Boden-Bindemittelgemisch hergestellt wird, werden bei verschiedenen Projekten in China einfachere Verfahren angewandt (siehe Bilder 9 und 10). So erfolgt die Herstellung des Boden-Bindemittelgemisches z.B. durch Vermischen des Bindemittels mittels Bagger mit Tieföffel. Im Vorfeld wird das Bindemittel in Säcken auf dem Baufeld verteilt und händisch ausgestreut.



Bild 9: Ausbreitung von Bindemitteln auf einer Schüttlage

Bei dieser Vorgehensweise besteht die Gefahr, dass:

- stark variierende Bindemittelmengen im fertigen Boden-Bindemittelgemisch vorhanden sind, wodurch keine einheitlichen Festigkeits- und Verformungseigenschaften entstehen

- kein ausreichend homogenes Bindemittelgemisch hergestellt wird, sondern z.B. lokal schädliche Kalk/Zementnester verbleiben
- der Mischhorizont bzw. die Mischtiefe nicht einheitlich ist
- bereits während des zeitaufwendigen Mischvorganges und weiterer notwendiger Zwischenschritte, wie zusätzlicher Vergleichmäßigung mittels Grader Abbindevorgänge eintreten, die dann während des abschließenden Verdichtens unterbrochen werden.



Bild 10: Mischvorgang mittels Bagger mit Tieföffel

Um auch bei Anwendung dieses Bauverfahrens ein qualitätsgerechtes Boden-Bindemittelgemisch sicherstellen zu können, bedarf es neben einer Intensivierung der Prüfung des Bindemittelgehaltes und dessen Verteilung eines erfahrenen Baugeräteführers und ein gutes Timing der verschiedenen Abläufe. Neben den regulären erdbautechnischen Qualitätsprüfungen hinsichtlich des Verdichtungsgrades der einzelnen Schüttlagen werden zur ergänzenden Qualitätskontrolle stichprobenartig Schürfe nach der Herstellung des Boden-Bindemittelgemisches durchgeführt, anhand derer die erzielte Mischtiefe bestimmt werden können. Generell empfehlenswert sind Probefelder, auf denen die Einbautechnologie vorab getestet und eingeübt werden kann, unbedingt hilfreich.

Grundsätzlich sind die Arten der erdbautechnischen Prüfungen in China vergleichbar zu der Vorgehensweise in Deutschland. Es werden lagenweise Prüfungen der Verdichtung (siehe Bild 11) und in relevanten Ebenen (z.B. Planum) Tragfähigkeitsprüfungen vorgenommen. Unterschiede bestehen jedoch bei der Durchführung der Labor- und Feldversuche. So bestehen zum Beispiel bei der laborativen Ermittlung der maximalen Trockendichte auf der Grundlage chinesischer Normen Unterschiede gegenüber der in Deutschland üblichen Vorgehensweise. Bei den Laborversuchen nach chinesischer Norm werden andere Verdichtungsenergien verwendet, weshalb der mit der „Insitu“ Dichte gebildete Verdichtungsgrad nicht 1:1 mit den Regelanforderungen in Deutschland verglichen werden kann. Ein weiterer

Unterschied besteht oftmals bei der Durchführung der Tragfähigkeitsprüfungen.



Bild 11: Beispiel für die Prüfung der Dichte mittels Sand-Ersatzmethode

Aufgrund dieser Unterschiede sind Korrelationen notwendig, um eine Vergleichbarkeit mit den deutschen erdbautechnischen Anforderungen erzielen zu können. Dazu werden zum Einen bestehende Korrelationen aus Literaturangaben, die hinreichend abgesichert und materialspezifisch formuliert sind herangezogen und zum Anderen objekt konkret für das jeweilige Material auf der Baustelle eigene Korrelationen auf der Basis von Probefeldern aufgestellt. Diese sind dann im Zuge des Weiteren Baufortschrittes in Abhängigkeit von ggf. verschiedenen Materialien und sonstigen Einflüssen (z.B. Wassergehaltsänderung) angepasst bzw. erweitert.

Die Dammbauwerke und Steigungshügel werden mit definierten Verdichtungs- und Materialanforderungen hergestellt, so dass keine relevanten Eigensetzungen auftreten. Wie bereits in Abschnitt 3 dargestellt, sind jedoch oftmals gering tragfähige und stark zusammendrückbare anstehende Böden unterhalb der Bauwerke vorhanden, weshalb die Untergrundsetzungen prognostiziert und ggf. konstruktive Maßnahmen zur Setzungsbeschleunigung eingeplant werden müssen. Um die Setzungsprognosen zu überprüfen ist wesentliches Instrument im Zuge der Bauausführung die messtechnische Überwachung der Erdbauwerke, die z.B. mittels Setzungsmesspunkte von der Oberkante sowie im Fußbereich der Erdbauwerke erfolgen kann.

Sofern eine Überschüttung der Erdbauwerke zur Setzungsbeschleunigung durchgeführt wird, wird anhand der messtechnischen Überwachung der Zeitpunkt des Rückbaus der Überschüttung bestimmt. Dazu werden bei den betreffenden Teststrecken die Messungen nach einer Plausibilitätsprüfung u.a. auch hinsichtlich des Zeitsetzungsverhaltens ausgewertet, mit den zuvor aufgestellten Prognosen verglichen und unter Berücksichtigung von Setzungskriterien, die in der Planung in Abhängigkeit der Anforderungen an Restsetzungen aufgestellt werden, bewertet.

Diese Vorgehensweise wurde beispielsweise bei dem BBAC-Peking-Testgelände angewandt, wo eine entsprechende messtechnische Überwachung auf der Grundlage des vom geotechnischen Berater aufgestellten Messprogrammes, das unter Berücksichtigung des prognostizierten Zeitsetzungsverlaufes durchgeführt wurde, erfolgte. Mit der Bewertung der Messungen konnte ein Vergleich der Prognosen vorgenommen werden sowie hinsichtlich des Restsetzungskriteriums eine entsprechende Einschätzung abgegeben werden, so dass letztlich ein termingerechter Rückbau der Überschüttung erfolgen sowie mit der Herstellung des Fahrhahnoberbaus begonnen werden konnte.

5. Fazit

Der Bau von Autoteststrecken in China stellt unterschiedlichste Herausforderungen an die Planung und die Bauausführung dar. Dabei werden insbesondere aufgrund der hohen Setzungsanforderungen hohe Maßstäbe an die Qualität der Erdbauwerke gestellt und detaillierte Untersuchungen zum Verformungsverhalten des Untergrundes angestellt. Im Zuge der Bauausführung sind neben der Abstimmung zu den gewählten Einbautechnologien auch unterschiedliche erdbautechnische Prüfmethoden zu bewerten und zum Beispiel Korrelationen zu in Deutschland üblichen Anforderungswerten an Verdichtung und Tragfähigkeit aufzustellen. Zudem sind unterschiedlichste geotechnische Randbedingungen (Klima, Morphologie, Geologie) zu beachten, die derartige Projekte besonders interessant machen.